UTILIZAÇÃO DE TERMOGRAFIA NA DETECÇÃO DE PROBLEMAS OCULTOS EM REVESTIMENTOS

ALVES, Nielsen[1], ALVES, Lilian[2], LINS, Leandro[3]

[1] Universidade Católica de Brasília, Professor, Mestre, nielsenalves@terra.com.br
[2] Universidade Católica de Brasília, Estudante, lilian_sousalves@hotmail.com
[3] Centro Universitário UNIPLAN, Estudante, ornelaslinsleandro@gmail.com

RESUMO

Inúmeros edifícios apresentam problemas, os quais são de fácil detecção visual, quando se encontram em um estado avançado. Assim, observa-se a necessidade de se encontrar uma técnica não destrutiva e de fácil aplicação, para identificar tais problemas de forma precoce. O presente trabalho avalia o uso da técnica de termografia de infravermelho, para a descoberta de problemas ocultos. Nesta pesquisa, buscou-se simular em laboratório, situações reais de obras. Para tanto, foi executada uma parede de 1 m x 1,5 m. Em um dos quadrantes da parede, foram colados, quatro discos de poliestireno, para simular um vazio na interface da argamassa de revestimento/alvenaria. No segundo, foi colocado um pedaço de papel filme sobre a alvenaria, com o intuito de não permitir a aderência da argamassa. Foi executada uma segunda parede com as mesmas características da primeira. Nesta, foram assentadas 4 peças cerâmicas, sendo duas delas com esmalte, e duas sem esmalte. Em um dos quadrantes foram aplicadas duas cerâmicas com 100% da área do tardoz preenchida, e duas cerâmicas com apenas 50% de área do tardoz preenchida. Os resultados mostraram que a termografia é eficiente para detectar as faltas de aderências simuladas, tanto para o reboco quanto para o revestimento cerâmico.

Palavras chave: Termografia; Manifestações patológicas; Infravermelho; Revestimento de argamassa; Revestimento cerâmico.

ABSTRACT

Numerous buildings have problems with their coats, these problems are of easy visual detection when they are in an advanced state.It is necessary to find a non-destructive technique with an easy application to identify such problems earlier.The aim of this study is to analyze the use of infrared thermography technique to verify the hidden problems.In this research, it is necessary to simulate, under laboratory conditions, real situations encountered in the field. In order to do that,an masonry wall is build, with the dimensions of 1 m x 1.5 m. In one of the wall quadrant four discs of polystyrene with 5cm of diameter are bond to the masonry to simulate a void in the mortar coating / masonry interface. In the second quadrant a piece of plastic film is placed on the masonry to don´t allow the adhesion of mortar to the brick. A second wall is build with the same characteristics of the first. This one, is settle with 4 (four) ceramic pieces, two of them with glaze, and two unpolished. In one quadrant, two ceramic are applied with an adhesive mortar, and the other two are applied with half of the ceramic back area filled with this adhesive mortar. The results show that thermography is effective to detect failure of simulated adhesions, in the mortar and in the ceramic coating.

Keywords: Thermography; Pathological manifestations; Infrared; mortar coating, ceramic coating.

1. INTRODUÇÃO

O cenário urbano é composto por inúmeras edificações, sendo estas representadas à primeira vista por suas fachadas, onde o revestimento cerâmico é largamente utilizado no Brasil, principalmente na região nordeste e em Brasília. As fachadas revestidas por cerâmicas aparentam ser eternas para o morador da edificação, o que faz com que praticamente não haja manutenção preventiva nas fachadas dessas edificações. Outro problema que corrobora com a ausência de manutenção, é a falta de uma norma específica, que estabeleça as responsabilidades de cada agente envolvido, além do número reduzido de empresas que executem o serviço.

A situação citada anteriormente é encontrada no bairro de Águas Claras na cidade de Brasília, onde se observa um número muito grande de problemas nas fachadas dos prédios, antes que estes completem os primeiros cinco anos de idade. Os principais problemas encontrados estão relacionados a fissuras, infiltrações e desplacamentos, que ocorrem devido, na sua maioria, a falhas executivas.

Diante dessa situação, o presente trabalho propõe avaliar a viabilidade de utilizar a técnica não destrutiva de termografia de infravermelho, na detecção de problemas ocultos.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 Problemas mais comuns nas fachadas de Brasília

2.1.1 Desplacamento por falta de aderência

Os revestimentos de uma fachada, sejam eles cerâmicos ou argamassados, são importantes para proteger a construção contra infiltrações, garantir maior conforto térmico, boa resistência às intempéries, funcionam como proteção mecânica de grande durabilidade, têm longa vida útil e são de fácil limpeza e manutenção. Assim, devem apresentar as propriedades para os fins a que se destinam, que é a proteção e vedação da edificação contra a ação de agentes externos agressivos, quanto ao efeito estético e de valorização patrimonial, compatíveis com a nobreza e custo do material. Ferreira (2011).

Os desplacamentos ocorrem principalmente devido a falhas executivas, utilização de argamassa para assentamento das peças cerâmicas de forma inadequada, ausência de juntas de movimentação e dessolidarização, além das variações de temperatura e de umidade. Essas falhas do revestimento cerâmico são facilmente detectadas pelo ensaio de percussão, onde nota-se o som cavo (oco) no revestimento.

2.2 Termografia

A Termografia consiste em uma técnica que através de câmera termográfica, torna-se possível medir o calor emitido pela superfície de um objeto. Isso é possível porque todo corpo

emite uma radiação infravermelha, ou seja, a termografia é a técnica em que pode-se ver e medir as temperaturas superficiais dos objetos. FLIR (2010).

2.3 Infravermelho

A radiação infravermelha é uma radiação eletromagnética, não ionizante, portanto, sem efeitos danosos à saúde, cujo comprimento de onda é maior do que o da luz visível, e por consequência não é visível para os seres humanos. Entretanto, ela pode ser notada no corpo em forma de calor. O nome significa "abaixo do vermelho" (do latin infra, "abaixo"). Isto se deve ao fato da cor vermelha possuir a menor frequência do espectro de luz visível e o infravermelho possuir uma frequência logo abaixo da dela. O comprimento de onda do infravermelho possui tamanho aproximadamente de 750 nm a 1mm. Caldeira (2012).

Figura 1- Espectro eletromagnético



Fonte – Boschetti (2000)

2.4 Emissividade

Emissividade é a capacidade de um objeto emitir radiação eletromagnética (nesse caso, energia infravermelha), ao comparar com o chamado corpo negro perfeito, para a mesma temperatura e comprimento de onda. A emissividade pode ter um valor de 0 até 1, sendo que valores inferiores a 0 (zero), designa um corpo cinza, enquanto que o valor 1(um), corresponde ao corpo negro perfeito. A emissividade representa a maior ou menor tendência que determinado corpo tem em emitir radiação. O poder de emissividade está associado à natureza do corpo, à área exposta e à temperatura absoluta em que se encontra. Sendo assim, a emissividade consiste na indicação da quantidade de radiação gerada por um objeto comparada com a quantidade refletida pelo mesmo. Mário (2011).

2.5 Corpo negro

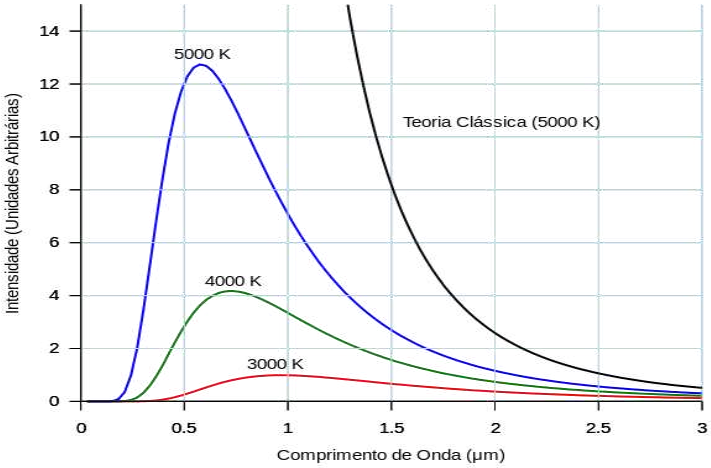
Corpo negro é um objeto que absorve toda a energia que incide sobre ele, para qualquer comprimento de onda. Basicamente, existem duas maneiras de se criar um corpo negro, a saber: estabelecendo uma cavidade praticamente fechada, ou utilizando um revestimento absorvente perfeito. O primeiro caso é uma cavidade formada no interior de um sólido que possui apenas um pequeno orifício de dimensões significativamente pequenas, se comparadas com as dimensões da cavidade. O revestimento absorvente perfeito consiste em

um tratamento superficial que quando aplicado em qualquer objeto, este irá absorver praticamente toda a radiação incidente. Manual do utilizador (2009).

Os corpos reais, de maneira geral, não são corpos negros. Quando uma radiação incide sobre os corpos reais, uma parcela é absorvida e o restante é refletida ou transmitida, essas parcelas são dependentes do comprimento de onda.

Resumidamente, corpo negro é um objeto totalmente não refletor, em que toda a sua radiação é devida à sua própria temperatura.

Figura 2 - Emissão de radiação de um corpo negro



Fonte – Kule (2013)

Conforme a temperatura diminui, o pico da curva da radiação de um corpo negro se desloca para menores intensidades e maiores comprimentos de onda.

2.6 Câmera térmica

Segundo o fabricante FLIR, as Câmeras térmicas transformam uma radiação infravermelha invisível ao olho humano, em uma imagem visível, através da detecção da energia emitida por um objeto, modificando a frequência da energia recebida, transformando-a dentro da faixa visível do espectro eletromagnético. Em análises termográficas de edificações, procura-se identificar a existência de incoerências nos padrões de temperatura dos elementos construtivos, quando analisados nas mesmas condições. A ocorrência de diferenças de temperatura indica a existência de problemas. Manual do utilizador (2009).

A radiação medida pela câmera não depende apenas da temperatura do objeto, mas varia também em função da emissividade. A radiação resulta também do meio exterior e reflete-se no objeto, gerando imagens que apresentam as temperaturas superficiais através de uma escala de cores.

De acordo com RAO (2008), a câmera infravermelha restringe-se à utilização da banda espectral de infravermelhos e fundamenta-se na detecção e captação da radiação

infravermelha emitida pelos corpos, o que forma, consequentemente, a "imagem térmica". Nota-se que a câmera capta apenas energia radiante recebida da superfície do objeto e não sua luz visível refletida, o que significa que as imagens térmicas podem ser obtidas mesmo em total escuridão.

Figuras 3 e 4 - Câmera térmica Flir T440



Fonte – Câmera termográfica FLIR T440.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- Bloco cerâmico de 8 furos;
- Argamassa industrializada para assentamento dos blocos cerâmicos e reboco;
- Argamassa colante AC III;
- Cerâmicas 10 cm x 10 cm, BIIa;
- Plástico filme 20 cm x 20 cm;
- Discos de isopor (densidade 1,05 g/cm³ e espessura 4 mm);

A metodologia definida para o desenvolvimento deste trabalho buscou simular situações reais encontradas nas obras, em condições de laboratório.

3.1 Hipótese 1 - A termografia consegue observar falhas de aderência em revestimentos de argamassa

Foi executada uma parede com as dimensões de 1 m x 1,5 m, pelo método tradicional, com o assentamento de tijolos cerâmicos com argamassa industrializada. Em um dos quadrantes da parede, foram colados sobre a alvenaria, quatro discos de poliestireno (isopor), com diâmetro de 5 cm e 4 mm de espessura, para simular um vazio na interface da argamassa de revestimento/alvenaria. No segundo quadrante, foi colocado sobre a alvenaria, um pedaço

de papel filme nas dimensões 20 cm x 20 cm, com o intuito de não permitir a aderência da argamassa com a alvenaria.

Figura 5- Aspecto geral da parede com os discos de isopor e o plástico filme.



Fonte – do autor

Após a colocação do isopor e do plástico filme, foi aplicada, de forma manual, a argamassa industrializada sobre a alvenaria, com uma espessura de 2 cm.

Figura 6 – Aspecto geral da parede com a argamassa aplicada sobre s discos de isopor e o plástico filme.

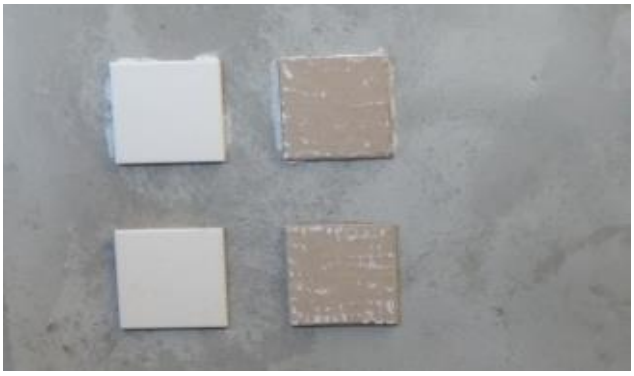


Fonte – do autor

3.2 Hipótese 2 - a termografia consegue observar falhas de aderência em revestimentos cerâmicos

Foi executada uma segunda parede com as mesmas características da primeira. Nesta, após 14 dias da aplicação da argamassa de revestimento, foram assentadas 4 (quatro) peças cerâmicas, sendo duas delas com esmalte, e duas sem esmalte. Em um dos quadrantes foram aplicadas duas cerâmicas com argamassa colante AC III, em 100% da área do tardoz, e duas cerâmicas com apenas 50% de área do tardoz preenchida com a argamassa colante AC III.

Figura 7 - Aspecto geral da parede com as cerâmicas aplicadas com argamassa colante em 100% e 50% do tardoz.



Fonte – do autor

Figura 8 - Tardoz da cerâmica com argamassa colante em 100% do preenchimento.



Fonte – do autor

Figura 9 - Tardoz da cerâmica com argamassa colante em 50% do preenchimento.



Fonte – do autor

Após a preparação das paredes e revestimentos, foram realizados os ensaios com a câmera térmica. Inicialmente, realizou-se o aquecimento das paredes, através de lâmpadas incandescentes de 500W, durante um minuto, respeitando-se uma distância de 40 cm até a parede.

Figura 10 - Aspecto geral do aquecimento da parede com a simulação das falhas de aderência no reboco.



Fonte – do autor

Figura 11 - Aspecto geral do aquecimento da parede com a simulação das falhas de aderência na cerâmica.



Fonte – do autor

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

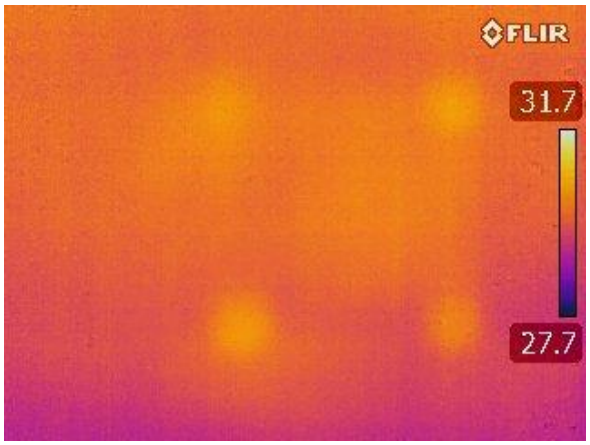
A seguir, são apresentados os resultados pertinentes a cada uma das hipóteses levantadas no projeto experimental.

4.1 Hipótese 1 - A termografia consegue observar falhas de aderência em revestimentos de argamassa

4.1.1 Caso 1 - Discos de poliestireno expandido

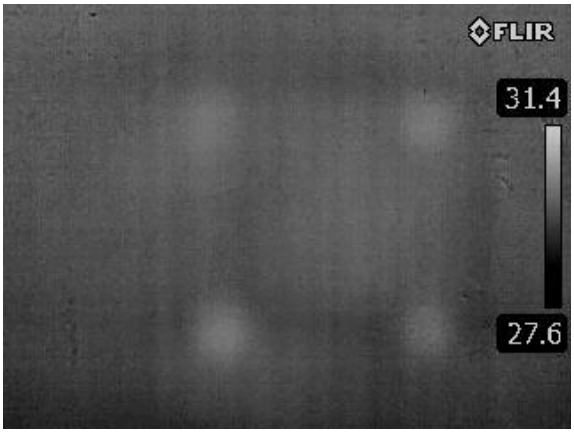
As figuras 12, 13 e 14 apresentam os resultados encontrados para a região sobre os discos de isopor. Nota-se claramente na foto térmica, a localização dos discos, que apresentam uma maior temperatura que as regiões no entorno. Isso acontece, devido à menor condutividade térmica da região com os discos, já que se tem uma falha de aderência.

Figura 12 - Foto térmica da parede na região dos discos de poliestireno.



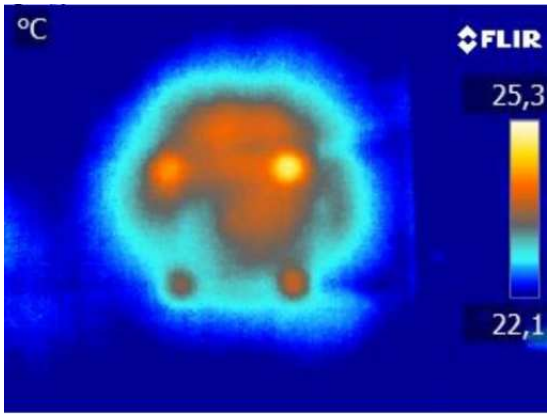
Fonte – do autor

Figura 13 - Foto térmica da parede na região dos discos de poliestireno.



Fonte – do autor

Figura 14 - Foto térmica da parede na região dos discos de poliestireno.

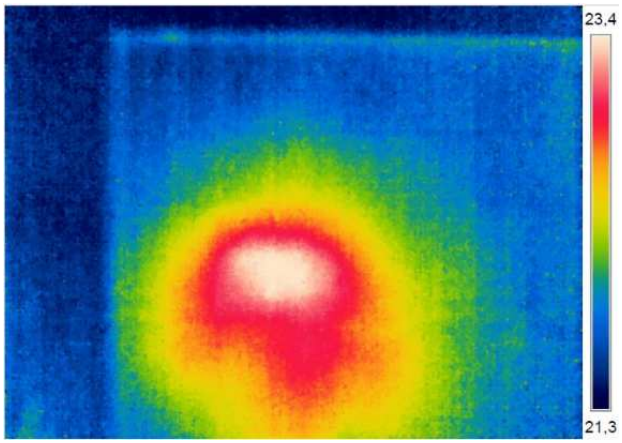


Fonte – do autor

4.1.2 Caso 2 - Filme plástico

A figura 15 apresenta o resultado encontrado para a região sobre o filme plástico. Nota-se claramente na foto térmica, a localização do filme plástico, que apresenta uma maior temperatura que as regiões no entorno. Isso acontece, devido à menor condutividade térmica da região com o filme plástico, já que há uma falha de aderência.

Figura 15 - Foto térmica da parede na região com filme plástico.



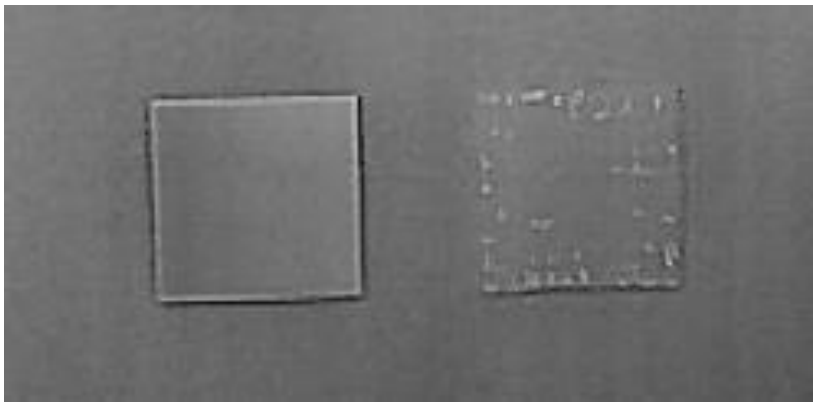
Fonte – do autor

4.2 Hipótese 2 - A termografia consegue observar falhas de aderência em revestimentos cerâmicos

4.2.1 Caso 1: Cerâmicas com 100% de preenchimento do tardoz

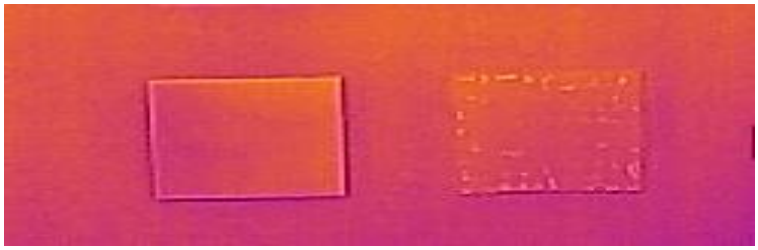
As figuras 16 e 17 apresentam o resultado encontrado para as cerâmicas com 100% do preenchimento do tardoz. Nota-se na foto térmica, que as cerâmicas possuem uma mesma temperatura, indicando que não há falha de aderência, como já era esperado.

Figura 16 - Cerâmicas com 100% do seu tardoz preenchido, sem indicação de falha de aderência.



Fonte – do autor

Figura 17 - Cerâmicas com 100% do seu tardoz preenchido, sem indicação de falha de aderência.

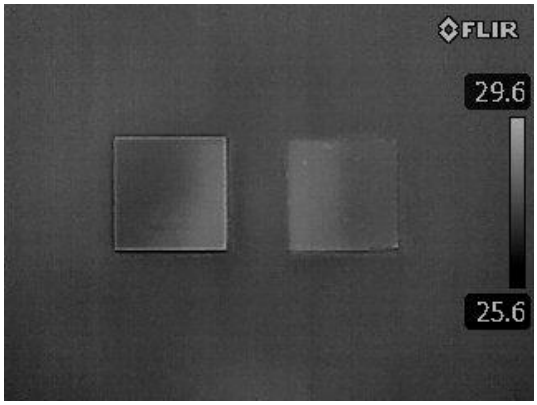


Fonte – do autor

4.2.2 Caso 2: Cerâmicas com 50% de preenchimento do tardoz

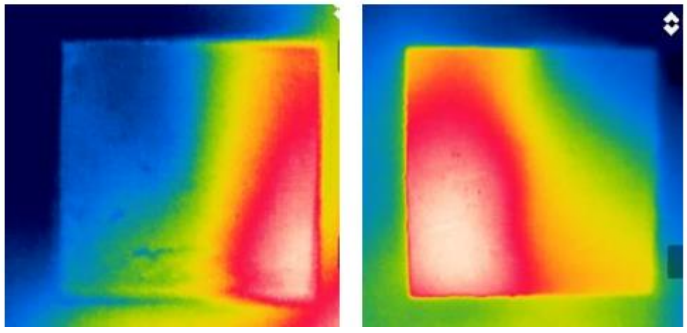
As figuras 18, 19, 20 e 21 apresentam os resultados encontrados para as cerâmicas com 50% do preenchimento do tardoz. Nota-se pela foto térmica que as regiões sem aderência das cerâmicas possuem uma maior temperatura que as regiões no entorno. Isso acontece devido à menor condutividade térmica da região das cerâmicas sem argamassa, já que se tem uma falha de aderência. Conclui-se também que a detecção da falha é mais visível na cerâmica sem esmalte. Isso se justifica pelo fato do esmalte ser uma superfície reflexiva, que dificulta a detecção do problema pela câmera térmica.

Figura 18 - Cerâmicas com 50% do seu tardoz preenchido. Observa região com falha de aderência.



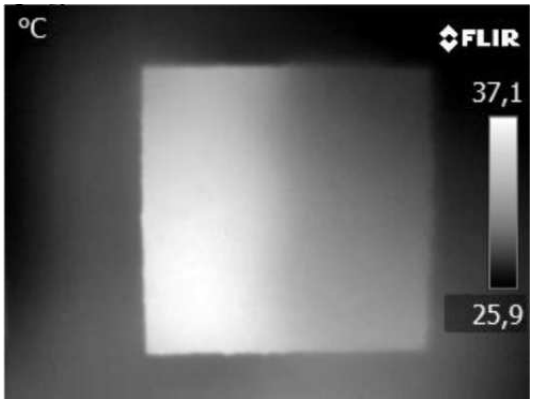
Fonte – do autor

Figura 19 - Cerâmicas com 50% do seu tardoz preenchido. Observa região com falha de aderência.



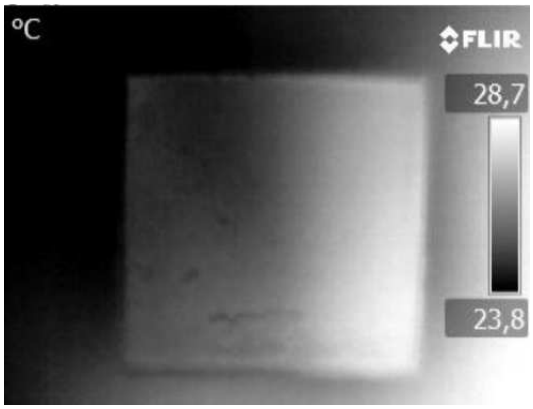
Fonte – do autor

Figura 20 - Cerâmica sem brilho, com 50% do seu tardoz preenchido.



Fonte – do autor

Figura 21 - Cerâmica com brilho, com 50% do seu tardoz preenchido.



Fonte – do autor

Durante a análise das fotos termográficas, foi possível observar o período em que as falhas se tornam visíveis, uma vez que tais problemas surgem no momento em que a temperatura começa a diminuir, e não logo após o aquecimento, ficando visíveis por quatro minutos, até o equilíbrio térmico.

Para todos os casos estudados, uma variação de apenas 5°C foi suficiente para que os problemas começassem a ser captados pela câmera térmica. Isso torna a verificação de fachadas com a técnica de termografia bem promissora, uma vez que atinge-se facilmente uma variação de temperatura superficial superior aos 5°C nos revestimentos usados nas fachadas.

5. CONCLUSÃO

De acordo com o exposto nos resultados, tem-se que:

- A termografia mostrou-se eficiente para o estudo, pois foi possível detectar as faltas de aderências simuladas, tanto para o reboco quanto para o revestimento cerâmico.
- Uma pequena diferença de temperatura é suficiente para que a câmera térmica detecte as falhas de aderência.
- A termografia aplicada à construção civil constitui um ensaio não destrutivo e bastante rápido. Além disso, permite a realização de ensaios em tempo real e não requer uma fonte externa de iluminação, possibilitando a detecção de falhas nos revestimentos.

6. REFERÊNCIAS

BOSCHETTI, C. **Conceitos fundamentais**. Disponível em: <http://www.las.inpe.br/~cesar/Infrared/conceitos.htm>. Acesso em: 19 out. 2013.

CALDEIRA, M. M. et al. Avaliação da qualidade da aderência entre concreto e PRFV utilizando imagens infravermelhas. In: Instituto Brasileiro do Concreto, 54. 2012, Maceió. **Anais**... IBRACON: Maceió, 2012.

FERREIRA, L. P. **Desplacamento do Revestimento Cerâmico de Fachadas.** Disponivel em:

<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/3049>. Acesso em: 22 out. 2013.

FLIR. **Manual do utilizador**. São Paulo, 2009.

KULE, D. **Emissão de um corpo negro**. Disponível em: <http://pontociencia.org.br/galeria/?content%2FFisica%2FFisica+Moderna%2Fcorpo-negro.jpg>. Acesso em: 11 set. 2013.

MARIO, M. **Uso da termografia como ferramenta não destrutiva para avaliação de manifestações patológicas ocultas**. 2011. 70 monografia (engenharia civil) escola de engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34409/000789733.pdf?sequence=1>. Acesso em: 2 jun. 2013.

RAO, D. S. P. Infrared thermography and its applications in civil engeneering. **The Indian concrete journal**, v. 82 n. p. 41-50, may 2008.